ROTEIRO DE AULA PRÁTICA DE FÍSICA

EXPERIMENTO 1: Demonstração da Diferença de Tempo em Percursos Cinemáticos Devido à Conservação de Energia Mecânica.

AUTORES: João Pedro, André Lucas, Murilo, Felipe

INTRODUÇÃO

Os conceitos de momento linear e conservação de energia mecânica são fundamentais para o estudo e a compreensão da dinâmica. No entanto, muitas vezes, esses assuntos são vistos de forma maquinal, sem uma estruturação lógica que permita ao aluno compreender suas implicações reais.

A compreensão de que a energia mecânica se conserva vira, para o aluno mal instruído, apenas uma igualdade matemática sem apreciação física. Em grande parte dos exercícios, a experimentação e a apreciação teórica são pouco exploradas, fazendo com que esses conceitos se resumam à aplicação de fórmulas decoradas de energia cinética e potencial gravitacional, com simples substituições de velocidade e altura. O aluno não é instigado a pensar sobre o que ocorre de fato durante o percurso: o que significa dizer que a energia mecânica se conserva? O que ela não conserva?

Esses questionamentos enriquecem a compreensão sobre a dinâmica. Dessa forma, propõe-se a atividade experimental investigativa intitulada "corrida de bolinhas". Neste experimento, os alunos observarão que, apesar de a energia mecânica se conservar perfeitamente (desconsiderando pequenas perdas dissipativas equivalentes), e ambas as bolinhas partirem com a mesma velocidade inicial e da mesma altura, uma delas chega primeiro. Esse experimento visa confrontar a imprecisão conceitual comum: a de que a conservação da energia mecânica e da velocidade final implique, obrigatoriamente, na igualdade dos tempos de percurso.

OBJETIVO

O objetivo da proposta é utilizar uma atividade experimental de demonstração aberta, fundamentada em uma situação-problema, para discutir conceitos de movimento e conservação de energia mecânica. O aparato experimental é constituído por trilhos que propõem trajetórias distintas: o primeiro é um percurso totalmente horizontal de comprimento L, por onde a esfera rola com velocidade praticamente constante; o segundo trilho apresenta um desnível (um "vale") ao longo do trajeto, configurado por dobras que geram um declive inicial, um deslocamento retilíneo plano na parte inferior e um aclive posterior que faz a bolinha retornar à mesma altura relativa e ponto final equivalentes ao primeiro trilho.

Para consolidar ainda mais a compreensão dos alunos, a proposta objetiva também a inclusão de uma segunda etapa experimental com um terceiro traçado alternativo: a "lombada". Esse caminho faz o exato oposto do segundo trilho, obrigando a bolinha a subir

(perdendo energia cinética para ganhar energia potencial), percorrer um trecho elevado com velocidade reduzida e depois descer ao nível original.

Dessa forma, ao confrontar os alunos com esses movimentos diferentes e promover a comparação dos três cenários (Reto, Vale e Lombada), busca-se incentivá-los a refletir criticamente acerca do fenômeno observado, provando que a velocidade média no percurso é o que dita o tempo, rompendo com o uso automático e memorizado de equações. Para que esse engajamento ocorra, a dinâmica promove o debate científico em sala de aula ao dividir a turma em grupos — os que defendem a vitória da bolinha do caminho reto, os que apostam no vale e os que apostam na lombada —, exigindo que argumentem e cheguem a conclusões conjuntas antes da observação empírica. Por fim, a atividade estimula a formulação de modelos explicativos coerentes, pois, após a corrida, os alunos que erraram a previsão devem discutir os motivos das falhas em suas hipóteses, enquanto os vencedores têm a tarefa de justificar fisicamente o sucesso de suas predições.

MATERIAL NECESSÁRIO

Para a construção do aparato experimental original — composto pela dupla de trilhos utilizada na primeira etapa, cujas dimensões são condizentes com a segunda etapa —, serão necessários:

- 2 (duas) bases de madeira com dimensões de 12 cm × 5 cm × 8 cm;
- 1 (um) pedaço de trilho de cortina medindo 100 cm × 1,5 cm;
- 1 (um) pedaço de trilho de cortina medindo 97,5 cm × 1,5 cm;
- 2 (duas) bolinhas de gude de mesma massa (5 g) e diâmetro de 1,6 cm;
- 1 (um) suporte de madeira para a largada simultânea das bolinhas;
- 1 (um) pedaço de papelão de 18 cm × 8 cm (atuará como bandeirola móvel);
- 4 (quatro) parafusos para a fixação dos trilhos sobre a base de madeira;
- Furadeira com brocas para metal e madeira;
- Fita métrica, transferidor, chave Philips e alicate para dobras e medições.

METODOLOGIA E DINÂMICA DE SALA DE AULA

A metodologia da atividade inicia-se com a etapa de problematização, na qual o professor deve apresentar a montagem experimental contendo os dois trilhos — o primeiro totalmente horizontal e o segundo com um desnível composto por um declive de profundidade h, um trecho plano inferior e um aclive de altura h que retorna ao nível original. Neste momento, lança-se o problema central para instigar os alunos: qual das duas esferas chegará primeiro ao final do percurso?

Após a apresentação do problema, procede-se à etapa de divisão e argumentação. A turma deve ser separada em duas grandes frentes de debate. A primeira frente será composta pelos defensores do trilho reto, os quais baseiam sua hipótese na premissa geométrica de que o caminho mais curto e direto resultará, necessariamente, em um menor tempo de deslocamento. A segunda frente abrigará os defensores do trilho com desnível ou de um

empate, os quais podem argumentar que a conservação da energia mecânica garantirá o mesmo tempo, ou inferir que o declive favorecerá a esfera. É imprescindível que os grupos disponham de um tempo adequado, cerca de dez minutos, para dialogar e estruturar seus argumentos baseando-se nos princípios da cinemática e da energia.

Concluída a etapa de argumentação, avança-se para a execução da corrida. Utilizando o aparato de suporte com a bandeirola de papelão, o professor deve liberar ambas as esferas simultaneamente, assegurando que partam com a mesma velocidade inicial V_0. Durante a observação empírica do fenômeno, a turma constatará o desfecho que frequentemente contraria o senso comum: a esfera do trilho com desnível cruzará a linha de chegada primeiro.

Por fim, instaura-se a etapa de reconstrução conceitual. Os alunos cujas hipóteses iniciais foram refutadas pela experimentação devem se reunir novamente para identificar a falha lógica em seu raciocínio preliminar. O docente, atuando como mediador, conduzirá a discussão para que a turma compreenda que a conservação da energia mecânica assegura a equivalência das velocidades finais (ao retornarem ao mesmo referencial de altura), mas não implica obrigatoriamente na igualdade dos tempos de percurso. Simultaneamente, os alunos que obtiveram êxito em suas predições terão o desafio de comprovar matematicamente o fenômeno.

Para ajudá-los com novas informações empíricas e subsidiar a formulação de seus modelos, o professor introduzirá uma segunda etapa experimental contendo novos traçados propositalmente excludentes. O primeiro traçado alternativo é a "lombada", um percurso que inverte o efeito cinemático do vale original: a esfera sobe uma altura h, percorre um trecho retilíneo elevado e, em seguida, desce ao nível original. Nesse cenário, a bolinha perde energia cinética para adquirir energia potencial, o que reduz sua velocidade no topo a um valor menor que a inicial ($V < V_0$). Consequentemente, ela percorre a reta elevada de forma muito mais lenta, chegando em último lugar e perdendo inclusive para o caminho reto. O segundo traçado é o "vale em V", caracterizado por uma descida e subida abruptas, suprimindo totalmente o longo trecho horizontal no fundo do declive. Embora a bolinha ganhe velocidade na descida, a ausência de uma reta inferior para manter e aproveitar essa velocidade máxima faz com que a vantagem temporal sobre o caminho horizontal seja mínima e de difícil percepção visual.

A observação de caminhos tão extremos e divergentes fornece aos alunos os parâmetros definitivos para isolar o fenômeno, evidenciando que o elemento crucial do problema é a velocidade média ao longo do trajeto, e não a simples distância geométrica. Com base nisso, a explicação teórica reside no fato de que, ao descer o declive, a esfera converte energia potencial gravitacional em energia cinética, passando a transitar no trecho inferior com uma velocidade $V = \sqrt{V_0^2 + 2gh}$ (considerando aproximações translacionais ou a inclusão do fator rotacional). Consequentemente, ao percorrer essa distância inferior com uma velocidade estritamente maior que a inicial ($V > V_0$), o tempo total do trajeto é reduzido de forma significativa, justificando assim a vitória da bolinha no trajeto com desnível.